ANALYSE
DE L'EAU MINÉRALE
DE LA ROUILLASSE

(Charente-Inférieure.)

THÈSE

Présentée et soutenue
devant l'École Supérieure de Pharmacie de Paris

LE MAI 1875

POUR OBTENIR LE DIPLÔME DE
PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE.

PAR

E. DUCHÊNE

Aide-Pharmacien de la marine



INFUSA SALUS INNATAT ALVEO.

PARIS
MOQUET, IMPRIMEUR
11, RUE DES FOSSÉS SAINT-JACQUES 11.

1875

ANALYSE
DE L'EAU MINÉRALE
DE LA ROUILLASSE

(CHARENTE-INFÉRIEURE.)

THÈSE

Présentée et soutenue
devant l'École Supérieure de Pharmacie de Paris

LE MAI 1875

POUR OBTENIR LE DIPLÔME DE
PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE.

PAR

E. DUCHÊNE

Aide-Pharmacien de la marine

INFUSA SALUS INNATAT ALVEO.

PARIS
MOQUET, IMPRIMEUR
11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES 11.

1875

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS

M. CHATIN, Directeur.
M. BUSSY, Directeur honoraire.

ADMINISTRATEURS

MM. Chatin, Directeur.
Berthelot, Professeur.
Bouis, Professeur.

PROFESSEURS.

MM. Chatin	Botanique.
Berthelot . . .	Chimie organique.
A. Milne-Edwards.	Zoologie.
Buignet	Physique.
Chevallier . . .	Pharmacie galénique.
Planchon. . . .	Histoire naturelle des médicaments.
Bouis	Toxicologie.
Baudrimont. . .	Pharmacie chimique.
Riche.	Chimie inorganique.

PROFESSEURS DÉLÉGUÉS DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

MM. Gavarret.
Wurtz

PROFESSEUR HONORAIRE : M. Caventou.

AGRÉGÉS EN EXERCICE.

MM. G. Bouchardat
Bourgoin.
J. Chatin

MM. Jungfleisch.
Le Roux.
Marchand.

M. CHAPELLE, *Secrétaire.*

PRÈPARATIONS

PHARMACIE

Sirop de belladone.
Conserve de tamarins.
Pommade d'iodure de potassium.
Tablettes d'ipécacuanha.
Teinture éthérée de ciguë.

CHIMIE.

Tartrate Borico-potassique
Iodure de soufre.
Acide tannique.
Turbith minéral.
Acide sulfurique purifié.

AVANT-PROPOS



Les eaux minérales composent à elles seules, depuis des siècles, un mode de médication des plus employées.

Des cures nombreuses, obtenues par ce traitement, ont étendu et étendront encore la vogue des stations thermales. Le nombre de ces stations, quoique considérable, ne l'est pourtant pas trop, en raison de la diversité de leur vertu et de la quantité des maladies qu'elles guérissent.

Il n'est pas dans notre pays de département qui ne possède sa source minérale; dans beaucoup de cas, il est vrai, la quantité de principes minéraux est si minime que les eaux ne diffèrent pas sensiblement des eaux douces. Aussi l'emploi, efficace seulement après un long usage, en est-il restreint aux localités qui les possèdent.

Les eaux ferrugineuses dont fait partie l'eau de la Rouillasse prise ici comme sujet de thèse, tiennent le milieu presque, et forment la transition entre les eaux fortement chargées de principes salins et les eaux douces. Franchement minérales, ne présentant le plus souvent qu'une proportion très-minime de sels, souvent dépassée par celle des eaux de puits, ces eaux ferrugineuses ne diffèrent des autres que par la plus grande quantité du principe tout spécial qui les minéralise et encore la proportion en est-elle toujours très-minime.

Ces eaux ne pourraient, si elles présentaient un apport de sel plus considérable, être employées aussi avantageusement qu'elles le sont pour les personnes affaiblies dont l'estomac débile ne pourrait supporter des eaux plus fortement minéralisées.

La Charente Inférieure possède un assez grand nombre de sources très-faiblement minérales, puis quelques-unes qu'on peut classer parmi les eaux franchement minérales. L'analyse de ces eaux serait fort utile certainement en faisant connaître des richesses ignorées de beaucoup; mais, mille difficultés, créées souvent par les propriétaires eux-mêmes, rendent ce travail fort difficile.

L'analyse de l'eau de la Rouillasse, près Soubise, forme le sujet de cette thèse; je la fais précéder de quelques détails sur les autres sources minérales de cette contrée.

Je diviserai mon travail en quatre parties:

1° Énumération des eaux minérales de la Charente-Inférieure;

2° Eau de la Rouillasse, analyse qualitative;

3° Eau de la Rouillasse, analyse quantitative;

4° Observations sur cette eau.

PREMIÈRE PARTIE

ÉNUMÉRATION DES EAUX MINÉRALES

DE LA CHARENTE-INFÉRIEURE

Le département de la Charente-Inférieure diffère de presque tous les autres par le peu de hauteur de son sol et par l'irrégularité de ses contours. Il n'y a point ici de montagnes; de petites collines ondulent la surface; de vastes plaines, produits récents des alluvions marines, s'étendent sur le littoral de l'Océan.

Les pays de plaines, à l'abri des influences anormales, ne présentent que des sources qui, par leur température peu élevée et la nature des éléments qu'elles dissolvent, peuvent le plus souvent être considérées comme le résultat des infiltrations d'eaux pluviales à travers les roches superficielles. Aussi trouve-t-on dans ce département des sources froides et peu chargées de principes salins. Mais la forte proportion de matière dissoute n'est pas nécessaire pour constituer une eau minérale; car, d'après la plupart des auteurs : « On doit « considérer comme minérales toutes les eaux qui, par leur tempé- « rature, la quantité ou la nature spéciale de leurs principes salins

« et gazeux, peuvent être employées comme agents médicamen-« teux. » Il arrive souvent en effet que les eaux minérales ne diffèrent des autres que par une température élevée, et une fois refroidies peuvent servir aux usages domestiques.

Les terrains crétacés inférieurs et les couches oolithiques et jurassiques composent en grande partie le terrain de la Charente-Inférieure.

Les masses minérales de l'écorce du département présentent, en allant de la Sèvre à la Gironde, trois zones inégales de roches qui se dirigent du nord-ouest au sud-est et qui doivent être rapportées au calcaire jurassique, à la craie et au terrain tertiaire. Sur le littoral,les deux premières zones sont d'ailleurs recouvertes, sur une assez grande étendue, par un dépôt d'argile marine provenant des atterrissements modernes de la mer ou par des amas de sables ou dunes que forment encore de nos jours la mer et les vents, tandis que, dans l'intérieur, ces mêmes zones sont recouvertes de dépôts plus considérables de roches de même nature que celles de la zone suivante.

De très-nombreux gisements de sulfure de fer font prévoir et expliquent la nature ferrugineuse des eaux minérales de ce pays. Il est fréquent de rencontrer dans les carrières de sable des tubes analogues, pour la forme, aux fulgurites, composés d'oxyde de fer hydraté et formés évidemment par le passage d'eaux pluviales décomposant le sulfure.

Les eaux ferrugineuses sont les plus communes. On compte en Europe 407 stations ferrugineuses, dont 194 en France. On peut ranger avec elles toutes les sources minérales de la Charente-Inférieure qui, étant peu connues, ne sont pas citées dans les dictionnaires d'eaux minérales.

Ces eaux sont peu fréquentées, comme presque toutes les eaux ferrugineuses. On emploie plutôt les préparations de fer artificielles, quoique rien ne puisse justifier une pareille préférence. « Il est assez « remarquable, dit à ce sujet l'ouvrage de Durand Fardel, que, « malgré leur grand nombre, bien que le fer soit un des médica-« ments les plus usités et dont l'indication se rencontre le plus sou-

« vent, et bien que les maladies où on l'emploie soient fréquemment « d'une opiniâtreté désespérante, il est remarquable que les eaux « ferrugineuses soient, de toutes les classes d'eaux minérales, une « des moins recherchées, si l'on en excepte un très-petit nombre, « comme Spa ou Schwalback que la mode, l'agrément du séjour dé- « signent encore plus que l'action thérapeutique. »

Il n'en a pas toujours été ainsi dans ce pays, et si les sources ferrugineuses de la Charente-Inférieure sont inconnues, celles de la Santonie et même de la Saintonge ont été jadis fréquentées, comme on va le voir, par les quelques observations sur les différentes sources.

La Charente-Inférieure compte sept stations minérales; la nature ferrugineuse de six de ces eaux est promptement décélée par leur saveur atramentaire et par le dépôt ocreux qui les accompagne.

On trouve ces différentes sources à Pons, Montendre, Sablonceaux, Nancras, Archingeay et Moëze. La septième, Rochefort, peut être classée parmi les eaux chloro-sulfatées; elle est complétement différente des autres, ne fût-ce que par sa thermalité.

PONS.

La source minérale de Pons est une des plus faibles de celles de la Charente-Inférieure; aussi passerai je rapidement sur son eau, ainsi que sur les deux suivantes.

La source est située à environ 4 kilomètres de Pons; elle est connue dans le pays sous le nom de fontaine de Jolysable, nom dû probablement à la couleur ocreuse des abords et du lit de cette eau.

Elle est minéralisée par une faible proportion de sel de fer provenant du sulfure de fer, très-abondant dans ces terrains, et qui nous paraît devoir être en grande partie du sulfate ferreux se décomposant au contact de l'air. Une lame d'argent placée dans la source devient légèrement noire par la formation de sulfure d'argent. Elle laisse au bout de peu de temps se déposer des flocons d'oxyde de fer hydraté.

Elle est employée à Pons contre l'anémie et autres maladies provenant de la faiblesse de l'organisme.

MONTENDRE.

Montendre est entouré de collines formées de sable et de poudingues ferrugineux ; c'est au pied d'une de ces collines que sort du terrain tertiaire à un kilomètre du bourg, la source de Fontrouillée, ainsi que la nomment les habitants. Cette eau est minéralisée par du carbonate de fer et naturellement elle laisse, de même que toutes les eaux ferrugineuses, se déposer un oxyde ferrugineux au contact de l'air. Elle est fort peu employée.

SABLONCEAUX.

Cette source ne peut guère être citée que pour mémoire, car ses eaux mélangées à d'autres et se perdant dans les ruines et les ronces, demanderaient d'assez grands travaux de déblayage et de captation pour être employées. Autrefois elles étaient utilisées. Un chroniqueur du moyen-âge parlant de l'abbaye de Sainte-Marie de Sablonceaux fondée en 1136 par Guilhelme, duc d'Aquitaine, écrivait ceci : « *Notatus dignum videtur in horto fontem, aquæ mineralis scaturire.* » « *Gall : Christ : eccl. Santon, tome II.* »

Cette fontaine était encore facilement abordable pour qu'en 1838 un auteur en fasse mention (Massiou, *Histoire de la Saintonge* en 6 vol. in-8°).

NANCRAS.

La source ferrugineuse de Nancras est située au milieu d'un bois à une petite distance du bourg de même nom ; fortement ferrugineuse, elle se révèle par le dépôt rougeâtre dont elle couvre le sol. Cette eau d'une transparence parfaite à la source, ne tarde pas à laisser voir

de légers flocons jaunâtres en troubler la limpidité. Sa saveur est caractéristique et annonce le fer.

Le chlorure de baryum, l'oxalate d'ammoniaque, l'azotate d'argent déterminent dans cette eau des précipités blancs. Acidulée, elle est sensible aux différents réactifs du fer. Son degré hydrotimétrique est 22°. Voici sa composition générale :

Chlorure sodique, calcique, etc.	0,1100
Silice, alumine, sels de chaux et de magnésie.	0,2200
Matières organiques et eau combinée.	0,0350
Sels de fer à l'état de sulfate $F^eo\ 50^3$.	0,0447
Poids total du résidu.	0,4097

Cette eau, jusqu'à ce jour complétement négligée, pourrait être utilisée dans le traitement de toutes les maladies pour lesquelles le fer est indiqué.

ARCHINGEAY,

Archingeay, dont le nom emprunté aux langues celtique et latine vient d'arc, lieu habité, et de cinctus, entouré et Geay forêts, était un vieux Gaulois ainsi que le témoigne un tumulus au lieu appelé La Mothe. Aujourd'hui ce n'est plus qu'un hameau fort paisible sur les bords de la Boutonne. Cependant ce lieu a jadis été célèbre, il a servi de rendez-vous à la haute société gauloise et aux riches Romains qui venaient lui demander la santé. Les Romains connaissaient les vertus curatives des eaux minérales et se hâtaient de les utiliser partout où ils les trouvaient; aussi les eaux d'Archingeay, aujourd'hui complétement inconnues, même dans le pays qui les recèle, ne leur échappèrent pas.

Ils en firent un établissement où l'on se rendait de tous les points de l'empire romain, comme on le fait de nos jours pour Vichy, Bagnères et autres. Ces eaux jouissaient d'une grande célébrité et les désœuvrés, attirés par la beauté du pays, y affluaient comme les malades. Ainsi que l'ont prouvé les tombeaux que l'on a découverts contenant

des restes de personnes éminentes à en juger par les ornements qui les accompagnaient, on peut citer les restes de Saint-Malo qui y mourut en 565 et ceux de Attisia, Lucana, belle-sœur d'Ausone.

Cet établissement était considérable; de nombreux débris l'attestent. Le sol est encore rempli de tuyaux en terre cuite destinés à amener l'eau dans les bassins dont plusieurs existent encore. D'autres débris moins anciens vont à deux ou trois cents mètres de là, aux ruines d'un monastère où tout porte à croire qu'il y avait encore au moyen âge un dépôt d'eau minérale. Les sources se voient sur la pente d'une colline, la forme du réservoir est quadrilatère; l'eau sort en bouillonnant d'entre les jointures des pierres par deux sources. Le fond du bassin est couvert d'une boue noirâtre. L'eau est claire et limpide, sa saveur est faible, au bout d'un certain temps, quatre ou cinq jours, elle se trouble et donne un faible dépôt noirâtre, dépôt qui tapisse le fond du bassin.

Les eaux d'Archingeay ont été analysées en 1777 par le docteur Marchant de Saint-Jean d'Angély; d'après lui, elles appartiennent aux eaux minérales froides, ferrugineuses et sulfurées.

Elles auraient alors beaucoup d'analogie avec les eaux de Forges Contréxeville et Saint-Amand.

Leur composition est la suivante :

Silice.	0,002
Chlorures alcalins, etc.	0,112
Chaux (carbonatés, sulfateux).	0,300
Magnésie (carbonate, chlorure, etc.). . .	0,002
Fer (carbonate ou crénate?).	0,026
Total.	0,442

Remarquable par le temps qu'elle met à déposer son fer, sa composition est évidemment changée par le mélange d'autres sources. La mode depuis des siècles s'est éloignée d'elles, aussi sont-elles retombées dans le plus profond oubli; le temps, peu à peu, détruit les grands travaux des Romains, et l'eau, jadis assez abondante pour alimenter de nombreuses salles de bains, peut à peine, aujourd'hui, remplir le seul bassin qui en contienne.

ROCHEFORT.

Cette eau qui, par sa thermalité, sa quantité de principes minéralisants et son action curative énergique, peut être placée parmi les premières eaux de France, ne peut, à proprement parler, être classée parmi les sources naturelles de la Charente-Inférieure : sa sortie artificielle et son origine profonde la mettent tout à fait à part des autres eaux de ce pays.

Un forage de puits artésien entrepris en 1861 arrivait en 1866 à la profondeur de 856^{m}.78 et amenait dans l'hôpital de Rochefort une eau minérale des plus remarquables. Cette eau arrive à l'orifice du tube avec une température variant de 40.60 à 43.10; elle est traversée par de nombreuses bulles de gaz azote mélangé d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré en faible quantité. Au bout de peu d'heures, sa limpidité se perd et elle laisse déposer une laque ferrugineuse. M. le docteur Roux, pharmacien inspecteur de la marine, ayant fait sur cette eau minérale un travail qui ne laisse rien à glaner, je me contenterai de puiser dans son ouvrage les quelques notes qui suivent sur la composition de cette eau.

Cette eau, faiblement alcaline, a une densité de 1,005 à la température de 15°; elle marque 158° à l'hydromètre; évaporée avec soin, elle fournit un résidu de 5 gr. 9860 par litre.

Voici la composition de ce résidu :

EAU ARTÉSIENNE. 1000.

Température.	40°.60
Densité.	1°.0053
Azote 17 cc., température de 0, pression de 0,760	
	gr.
Acide carbonique libre 2.	0,00504

Acide sulfhydrique libre.	0,00067
Sulfate de soude.	2,55005
Sulfate de chaux.	1,80956
Sulfate de magnésie.	0,46560
Chlorure de sodium.	0,77894
Chlorure de calcium.	0,01720
Chlorure de magnésium.	0,03155
Chlorure d'ammonium.	0,00968
Bromure de sodium.	0,00392
Iodure de sodium.	0,00113
Bicarbonate de chaux.	0,11057
Bicarbonate de magnésie.	0,02699
Bicarbonate de protoxyde de fer. . .	0,05066
Bicarbonate de protoxyde de manganèse.	0,00015
Arséniate de protoxyde de fer. . . .	0,00067
Silicate de potasse.	0,00421
Silicate d'alumine.	0,00720
Silicate de fer.	Traces.
Phosphate de protoxyde de fer. . . .	Traces.
Cuivre.	Traces.
Matières organiques (acides crénique et apocrénique).	0,00067
Eau combinée.	0,10200
Perte.	0,01000
Total.	5,98606

Les bains de cette eau produisent une excitation réelle. Ces effets constants font pressentir que cette eau minérale doit être exclue du traitement des maladies aiguës et s'adresser spécialement à la chronicité. Les résultats les plus heureux ont été obtenus depuis huit ans dans l'anémie, la chlorose, la débilité, les engorgements de foie, rhumatisme, névralgie, et surtout pour la cure des plaies, ulcères et autres maladies externes.

LA ROUILLASSE.

Le domaine de la Rouillasse, situé entre Moëze et Soubise, semble devoir son nom à la couleur de rouille que présentent ses eaux.

On reconnaît aisément la nature ferrugineuse de cette eau; la couleur jaune d'oxyde de fer du terrain qu'elle arrose, la pellicule irisée qui recouvre sa surface, la saveur métallique très-prononcée, tout annonce le fer. Ces eaux ont été jadis fréquentées; leur vogue a-t-elle été aussi grande que celle d'Archingeay? Si cela est, les preuves ne sont pas très-concluantes; tant il y a que l'on trouve près de la fontaine qui les fournit, les ruines de bâtiments dont la destination était évidemment de recevoir les malades; il est impossible de préciser à quelle époque remontent ces ruines; mais, dans un ouvrage de 1682, il en est parlé comme de ruines très-anciennes et dont l'origine est inconnue. A l'époque que je viens de citer, l'usage de ces eaux était répandu; car Nicolas Venette, auteur d'un opuscule sur ces eaux, vers le XVIIe siècle, dit : « qu'étant allé au domaine de la Rouillasse, il y rencontra un grand nombre de gentilshommes du pays qui s'y rendaient pour prendre les eaux. »

Les eaux de la Rouillasse sortent du grès vert; elles coulaient autrefois par quatre sources dans un grand bassin qui est aujourd'hui à 50 mètres environ des sources; mais avant la révolution, elles furent réunies, et deux canaux les amenèrent dans deux bassins égaux recouverts d'une voûte. Les deux bassins étaient séparés par une cloison, ce qui semblerait indiquer que l'on supposait à ces eaux des vertus différentes; mais l'analyse n'a rien présenté qui puisse confirmer cette opinion. Deux autres sources sortant de la même colline, à peu de distance, sont complétement douces; elles servent aux habitants pour leurs usages domestiques.

Deux analyses ont été publiées sur ces eaux : la première, en 1682, par Nicolas Venette, médecin à La Rochelle, est sans aucune garantie, les procédés analytiques de cette époque étant très-primi-

tifs; aussi M. Senné, médecin dans cette même ville de La Rochelle, expédia, en 1818, quelques bouteilles de cette eau à l'illustre Vauquelin, le priant d'en déterminer la composition. Voici la note que lui envoya Vauquelin :

« Un litre d'eau évaporée à siccité a fourni 800 milligrammes, ou 16 grains de résidu jaunâtre salé qui a donné à l'analyse :

Muriate de chaux . . .	0,150
Muriate de soude. . . .	0,200
Carbonate de chaux. . .	0,250
Sulfate de chaux. . . .	0,100
Oxyde de fer.	0,050

Cette eau est de la classe des eaux ferrugineuses. Elle contient environ 1 grain d'oxyde de fer par pinte. Cet oxyde y est uni à l'acide carbonique; elle contient de plus des sels fondants, des muriates de chaux et de soude. Il n'est pas douteux que cette eau, employée à propos, ne produise de très-bons effets. »

Telle est cette note. C'est, on le voit, une analyse portant sur une très-faible quantité d'eau altérée par le transport. Pour plusieurs chiffres généraux, je suis arrivé aux mêmes résultats que l'éminent chimiste; mais la science, depuis le commencement du siècle, a mis tous les jours à notre portée de nouveaux moyens d'investigation qui permettent d'arriver avec beaucoup plus de facilité et de précision au même résultat qui demandait de longues et difficiles recherches.

Le ministre de l'intérieur ayant depuis ordonné qu'elles fussent soumises à l'examen de la Faculté de médecine de Paris, cette société savante y a retrouvé les mêmes principes déjà signalés; et, sur son rapport favorable, est intervenue la décision ministérielle du 9 juillet 1819 qui autorise officiellement le débit des eaux minérales de la Rouillasse.

DEUXIÈME PARTIE.

EXAMEN QUALITATIF

DE L'EAU DE LA ROUILLASSE.

Propriétés organoleptiques. — Au moment de son émergence, l'eau est limpide, complétement incolore, son odeur est nulle; elle est fraîche au toucher; d'une saveur peu forte;elle donne à la dégustation une saveur styptique rappelant le goût d'encre. Elle laisse sur la peau une teinte jaune due à l'oxyde de fer.

Propriétés physiques. Densité. — La densité de cette eau est celle de l'eau ordinaire.

Température. — La température assez basse se maintient entre 8 et 10°, même pendant les fortes chaleurs, l'eau étant prise au moment de sa sortie de la source.

Action de l'air. — Exposée à l'air, elle laisse au bout de cinq à six heures déposer quelques flocons brunâtres; dans un flacon bien bouché, la décomposition est ralentie.

Action de la lumière. — La radiation solaire semblerait activer la décomposition de cette eau, car, mise en flacons de verre noir bien bouchés, elle peut se conserver 24 et même 48 heures limpide.

Action de la chaleur. — Chauffée, elle laisse échapper de nombreuses bulles de gaz et donne un dépôt abondant rougeâtre d'oxyde de fer carbonaté.

L'oxyde de fer du dépôt de cette eau présente une particularité remarquable signalée par M. Malagutti dans le dépôt ocracé de l'eau minérale de Dinan; c'est l'action subie par ce sesquioxyde de fer en

présence d'un aimant. M. B. Roux a signalé le même fait dans le dépôt de l'eau minérale de Rochefort sur mer.

Cet oxyde de fer, quoique amorphe et complétement dépourvu de fer métallique et de protoxyde de fer, devient très-sensible à l'aimant et se comporte comme la limaille de fer, après qu'il a été privé de son eau d'hydratation par la calcination.

Dissous dans l'acide chlorhydrique, précipité et calciné, il présente encore la même propriété, même avec plus d'énergie qu'avant.

Action des réactifs. — Cette eau est presque sans action sur la teinture de tournesol; quelques gouttes de tournesol bleu mises dans l'eau passent légèrement au rouge après un assez long temps, réaction due probablement à la décomposition des bicarbonates.

Le chlorure de baryum détermine dans l'eau acidulée un précipité léger de sulfate de baryte.

L'azotate d'argent précipite les chlorures à l'état de chlorure d'argent.

Le sulfhydrate d'ammoniaque versé dans la liqueur amène, après un temps assez long, une teinte brunâtre très-légère.

L'acétate de plomb précipite en blanc.

L'oxalate d'ammoniaque donne aussi un précipité blanc.

La noix de galle teinte en brun rougeâtre.

Le succinate d'ammoniaque donne un précipité brun de succinate de fer.

Le permanganate de potasse colore la liqueur en violet et, au bout de quelques heures, il se sépare un faible dépôt de couleur pourpre, mélange d'oxyde de fer et de manganèse.

Ici le permanganate agit d'une manière complexe, l'acide permanganique est réduit par les matières organiques et par les protosels de fer.

L'eau acidulée avec l'acide azotique présente avec le ferro-cyanure potassique une coloration bleue, le ferri-cyanure potassique une couleur verte et le sulfo-cyanure potassique une teinte rouge.

L'action de ces divers réactifs sur l'eau de la Rouillasse donne des indications sur la composition de cette eau; en effet, dans l'eau aci-

dulée l'azotate d'argent nous annonce des chlorures et les sulfates sont révélés par le chlorure de baryum. Passant maintenant aux bases, nous trouvons la chaux par l'oxalate d'ammoniaque, et quant au fer, il est indiqué par tous ses réactifs ferri-cyanure, ferro-cyanure, sulfo-cyanure de potassium, succinate d'ammoniaque, etc.

Le dépôt spontané de la fontaine est brun rougeâtre. Chauffé avec la potasse, il ne donne pas d'odeur sensible d'ammoniaque. Il se dissout avec effervescence dans l'acide chlorhydrique, la solution filtrée et traitée par le chlorure de baryum donne un léger trouble, indice des traces de sulfate de fer.

L'eau qui est restée longtemps à l'air, filtrée pour en séparer le dépôt, ne présente plus de réaction sensible avec les réactifs du fer.

L'action de ces eaux n'est donc efficace que bues à la sortie de la source ou du moins en empêchant la formation du dépôt par des moyens artificiels.

TROISIÈME PARTIE.

ANALYSE QUANTITATIVE.

Les procédés de titrage employés pour doser les différents éléments contenus par l'eau de la Rouillasse sont autant que possible volumétriques ; ce genre de procédé étant d'une exactitude plus grande que la méthode des pesées, toutefois n'ont-ils été employés que lorsqu'ils nous ont paru présenter des garanties sérieuses.

Un litre de cette eau évaporé avec soin, puis desséché à l'étuve, a fourni 0 gr. 833 de résidu. Dans une autre analyse succincte, faite l'année précédente, le chiffre du résidu s'élevait à 0 gr. 825. L'analyse de Vauquelin, citée précédemment dans la première partie, indique 0 gr. 800 comme poids du résidu, mais cette différence provient probablement de l'époque à laquelle l'eau a été puisée, la source étant peu profonde, il est certain qu'au moment des grandes pluies la quantité de résidu se trouve affaiblie. Une vingtaine de litres évaporés pour les besoins de notre analyse ont donné sensiblement le même résultat. Après exposition à l'air et filtration, 1 litre de cette eau ne donne plus que 0,780 de résidu ; la différence des deux poids est à peu près égale au poids du sel de fer qui forme à lui seul presque tout le précipité spontané de ces eaux abandonnées au contact de l'air.

Matière organique et eau. — On a proposé bien des moyens de doser les matières organiques, le permanganate de potasse, le perchlorure de fer, le sous-sulfate d'alumine ont été successivement proposés par MM. Mounier, Peligot et Bellamy. MM. Franckland et Hervé Mangon ont dosé l'azote et le carbone, évaluation facile à faire, mais

qui varie suivant la nature de la matière organique. La conclusion doit donc être celle-ci que dans l'état actuel de la science et quelle que soit la nature du réactif employé, on ne parvient jamais à reconnaître la proportion même très-approximative des matières organiques seules qui sont dissoutes dans les eaux soit douces, soit minérales. Nous allons donc doser à la fois les matières organiques et l'eau de combinaison par le moyen suivant :

Le résidu de l'eau desséché à l'étuve est pesé avec soin à la balance de précision ; soumis ensuite à la calcination, il brunit légèrement, dégageant une faible odeur de matière organique brûlée. Nous avons donc ainsi chassé l'eau de composition et détruit la matière organique; mais comme pendant la calcination une partie des carbonates aurait pu être décomposée, on additionne le produit de la calcination de carbonate d'ammoniaque qui ramène à l'état de carbonate les alcalis caustiques qui auraient pu se former et qui disparaît sous l'action de la chaleur. Le produit desséché de nouveau est alors pesé et la différence de poids indiquant la quantité de matières organiques et d'eau combinée s'élève ici à 0 gr. 040 (0,037 et 0,039 dans les analyses précédentes).

Pensant que ces matières organiques pouvaient être constituées en grande partie par les acides créniques et apocréniques, comme dans les eaux de Forges, Provins, etc.

Nous avons cherché ces produits et, pour les trouver plus facilement, ces acides étant généralement combinés avec le fer, c'est au dépôt que nous nous sommes adressé.

Vingt grammes de ce dépôt sont mis à bouillir pendant deux heures avec la potasse. Le liquide filtré est neutralisé par l'acide acétique, puis additionné d'acétate de cuivre qui détermine un précipité brun abondant ; la liqueur surnageant, décantée, filtrée et bouillie avec du carbonate d'ammoniaque donne un précipité vert beaucoup moins considérable. Les précipités par les acides créniques et apocréniques étant identiques à ceux qui venaient de se produire après ce traitement, la nature des eaux analogues à celle des sources dans lesquelles ces acides sont cités, tout semble permettre d'annoncer

l'existence dans ces eaux de crénate et d'apocrénate de fer. Le poids par litre en est insignifiant, car le poids du dépôt de crénate et d'apocrénate de cuivre fourni par 20 grammes de dépôt s'élevant à 0,0012, on peut juger ce que ce serait par litre, chaque litre fournissant de 0 gr. 05 à 0 gr. 06 de dépôt spontané.

CHLORE.

Le chlore a été dosé dans ces eaux au moyen du procédé volumétrique indiqué par M. Lefort dans son traité d'hydrologie; ce procédé est fondé sur l'action, signalée et bien connue du nitrate d'argent sur le chromate de potasse. Lorsque dans une solution de chlorure on met quelques gouttes de chromate de potasse, puis qu'on verse du nitrate d'argent, celui-ci s'empare d'abord du chlorure pour le décomposer et former du chlorure d'argent et, lorsque tout le chlorure est décomposé, le nitrate d'argent attaquant le chromate de potasse colore la liqueur en rouge orangé. Connaissant la quantité de solution argentique nécessaire pour arriver au rouge orange avec un poids déterminé de chlorure, on arrivera aisément par proportion à la quantité de chlorure contenue dans une eau quelconque. Nous avons obtenu, par cette méthode, la quantité de chlorure contenue dans l'eau de la Rouillasse; ce chiffre s'élève à 0,350.

IODE ET BROME.

C'est en vain que l'iode et le brome ont été cherchés au milieu de ces eaux : fait assez étonnant, car même dans les eaux ordinaires de ce pays, on en trouve généralement des traces, dues probablement aux fossiles qui abondent dans notre département.

FER.

L'existence du fer dans cette eau n'étant pas une question, nous

n'avons donc qu'à le doser à l'état métallique, puis ramener ce poids à celui du bicarbonate de fer, état dans lequel se trouve le fer dans cette eau.

C'est au moyen du procédé de M. Marguerite qu'a été dosé le fer. Le résidu de l'évaporation dissous dans l'acide chlorhydrique avec quelques grammes de zinc exempt de fer, destiné à ramener par le dégagement d'hydrogène les sels de sesquioxyde et de peroxyde à l'état de protosel de fer. Étendant alors le volume de la solution à un litre, nous y avons versé la solution titrée de permanganate de potasse jusqu'à teinte rose pâle. Les résultats obtenus nous ont donné, par litre, une moyenne de 0,0482 de bicarbonate ferreux, le titrage par pesée après précipitation du fer par l'ammoniaque n'avait donné que 0,0442. Mais le procédé volumétrique nous paraît offrir moins de chance d'erreur que l'autre. On comprend toute l'importance donnée à cette eau par cette proportion de fer; cette quantité dépassant 0 gr. 05 dans les eaux minérales les plus fortes en général.

C'est en vain que nous avons cherché le manganèse, ce satellite du fer; s'il existe, c'est en quantité assez faible pour qu'on n'obtienne pas les réactions caractéristiques de ce métal, la quantité de dépôt résidu étant insuffisante pour chercher le manganèse.

CUIVRE.

M. Walckner a admis la présence du cuivre dans la plupart des eaux ferrugineuses; M. Chatin a signalé son existence dans celles de Trianon et de Luxeuil; MM. Keller et Will dans celles de l'Allemagne, et d'autres chimistes l'ont aussi trouvé. Ce métal peut quelquefois provenir des tuyaux de conduite; M. Roux, pharmacien chef de la marine, l'a signalé dans des eaux de puits élevées par des pompes en cuivre. Mais ici ce n'est pas le cas, le cuivre n'étant nulle part employé dans les travaux de conduite, et le cuivre dans cette eau est évidemment produit naturel.

La proportion de ce métal dans les eaux étant toujours impondérable, c'est au dépôt des bassins que nous l'avons demandé; une quantité de 20 grammes de ce dépôt est dissoute dans l'acide chlorhydrique mêlé d'acide azotique pour peroxyder le fer; la solution additionnée d'ammoniaque précipite son fer; filtrée et neutralisée, elle est traversée par un courant d'hydrogène sulfuré; au bout de quelque temps la liqueur brunit; abandonnée à elle-même elle laisse voir de légers flocons, et au bout de vingt-quatre heures, un léger dépôt est réuni au fond de l'éprouvette. Le dépôt dissous dans un acide précipite en brun par le ferro-cyanure, ainsi que par l'hydrogène sulfuré; une aiguille laissée dans la solution se recouvre d'une couche rougeâtre de cuivre métallique, cette aiguille enrobée de sel ammoniac et placée dans la flamme d'une lampe à alcool, cette flamme se colore en vert.

ARSENIC.

C'est M. Tripier, pharmacien militaire, qui a le premier signalé l'existence de ce métalloïde dans les eaux minérales, depuis, MM. Henry, Chevallier, ont confirmé ses recherches. L'arsenic a été trouvé par M. Walker dans les sources de la Forêt-Noire, de Niesbaden, de Schwalback, d'Ems, de Pyremont, etc. MM. Chevalier et Gobley admettent que les dépôts ocreux de certaines eaux minérales ne contiennent que du fer, tandis que d'autres contiennent conjointement du fer, du cuivre et de l'arsenic. Cet arsenic augmente-t-il les propriétés curatives de ces eaux? cela semble peu probable, vu la faible quantité de ce produit; cependant quelques auteurs regardent son influence thérapeutique comme incontestable. 20 grammes de ce dépôt ferrugineux chauffé pendant quatre heures avec 2 grammes de potasse exempts d'arsenic ont donné un liquide qui, concentré et jeté dans l'appareil de Marsh, après avoir été acidulé par l'acide sulfurique, a donné de faibles taches arsenicales se dissolvant dans l'hypochlorite de soude, etc.

Le liquide neutralisé exactement par l'acide azotique, puis traité par l'ammoniaque et filtré donne, par le sulfate de magnésie, un précipité devant être du sulfo-arséniate de magnésie ammoniacale. Ce précipité, dissous par l'acide sulfurique et versé dans l'appareil de Marsh, donne des taches arsenicales.

Cet arsenic se trouverait probablement dans l'eau à l'état d'arséniate ferreux.

SILICE.

Le résidu de l'évaporation est additionné d'un excès d'acide chlorhydrique; on réduit le tout en un produit sec que l'on met à digérer avec le même acide; le mélange étendu d'eau est chauffé et jeté sur un filtre, celui-ci calciné fournit le poids de la silice, qui s'élève à 0 gr. 012.

ALUMINE.

Le dosage de l'alumine ayant été fait par l'ancien procédé, qui consiste, après avoir pesé ensemble le fer et l'alumine, à défalquer le poids du fer, nous l'avons refait par le procédé suivant, indiqué par M. Lefort. Les résultats ont été sensiblement égaux. La solution chlorhydrique de laquelle nous avions isolé la silice est neutralisée par la potasse, puis additionnée de sulfhydrate d'ammoniaque qui précipite le sulfure et l'alumine hydraté; le dépôt, reçu sur un filtre, est mis à bouillir avec l'acide azotique qui forme de l'azotate d'alumine. On filtre et on sature par de la potasse non alumineuse; en bouillant, le fer se sépare et l'alumine reste en dissolution par la potasse. La liqueur neutralisée par l'acide chlorhydrique, l'alumine est précipitée au moyen du carbonate d'ammoniaque desséchée et enfin pesée. Cette dernière méthode m'a fourni un chiffre quelque peu inférieur; ceci était facile à prévoir, ces manipulations nombreuses entraînent forcément avec elles des causes d'erreurs pour le moins

aussi fortes que celles présentées par le premier procédé. La quantité est d'ailleurs très-minime, 0 gr., 0040.

CHAUX.

Le résidu bouilli dans l'acide chlorhydrique se dissout en abandonnant la silice, la liqueur acide filtrée est traitée par l'oxalate d'ammoniaque, qui ne précipite ici que de l'oxalate de chaux, l'eau ne contenant ni strontiane, ni baryte; comme la partie liquide contient toute la magnésie, elle servira ultérieurement à doser cette base.

Le filtre est calciné et arrosé de quelques gouttes d'acide sulfurique; on dose ainsi la chaux à l'état de sulfate. Quelques personnes conseillent de considérer le résidu non arrosé d'acide sulfurique comme formé de carbonate de chaux; mais il se trouve toujours une certaine quantité de chaux à l'état caustique.

MAGNÉSIE.

La liqueur restant du dosage précédent est additionnée d'un excès d'ammoniaque, puis traitée par du phosphate de soude qui précipite la magnésie à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Jeté sur un filtre, lavé avec de l'eau faiblement ammoniacale, le précipité est desséché, pesé, puis une proportion donne la quantité de magnésie.

CHLORURES DE CALCIUM ET DE MAGNÉSIUM.

En épuisant à diverses reprises, par l'alcool absolu, le produit de l'évaporation, nous avons obtenu des chlorures de calcium et de magnésium en quantités très-appréciables. Nous avons traité la liqueur par l'ammoniaque, puis par le phosphate de soude et un précipité de phosphate ammoniaco magnésien nous a permis de consta-

ter le poids de 0,042 pour le chlorure magnésien. La chaux, dosée par les moyens ordinaires, a donné 0,026 de chlorure de calcium. La somme des deux chlorures ne représentant pas le chiffre de matière dissoute par l'alcool, nous avons alors cherché si, outre la matière organique dissoute par l'alcool, il ne se trouverait pas des azotates. Le sulfate ferreux nous a révélé leur présence, ainsi que la limaille de cuivre et l'acide sulfurique, la brucine et l'acide chlorhydrique; les mêmes, avec un sel d'étain, ont aussi révélé les azotates.

AZOTATE DE CHAUX.

Étant soluble dans l'alcool, cet azotate devait être de l'azotate de chaux, les autres bases formant avec l'acide azotique des sels solubles dans l'alcool ne se trouvant pas dans cette eau. Nous avons donc, connaissant la présence de cet azotate, cherché à le doser, mais la quantité très-minime nous a forcé d'agir sur des quantités relativement considérables de résidu. On prend pour cela dans un ballon, la quantité de liquide dans laquelle on veut chercher les azotates et on l'additionne de 10 grammes d'acide chlorhydrique, puis alors on verse goutte à goutte une solution titrée d'indigo en ayant soin de chauffer jusqu'à ce que la décoloration ne s'opère plus. Arrivé là, on ajoute de nouveau 10 grammes d'acide chlorhydrique et on chauffe. Si la coloration se maintient, on est arrivé, sinon on continue de la même façon jusqu'à ce qu'on arrive au vert teinte d'arrivée. Alors une proportion donne le poids de l'azotate, qui est ici de 0,002 par litre.

COMPOSITION DU RÉSIDU D'UN LITRE.

Ces différents dosages nous ont amené, par les calculs d'après les équivalents à donner à l'eau de la Rouillasse, la composition élémentaire suivante :

FORMULE ÉLÉMENTAIRE DE L'EAU DE LA ROUILLASSE CALCULÉE POUR UN LITRE.

Gaz dissous ramenés à T = 0 et pression 0,760.
78'' = 60 CO^2 + 5O + 13 HAZ.

Acide carbonique	0,1168
Acide azotique	0,0011
Acide silicique	0,0123
Acide arsénique	traces
Acides crénique et apocrénique	traces
Chlore	0,2432
Soude	0,1368
Chaux	0,1498
Magnésie	0,0849
Alumine	0,0043
Protoxyde de fer	0,0318
Cuivre	traces
Eau combinée et matière organique	0,0400
Perte	0,0050
Total	0,8314

Mais cette formule brute, outre les inexactitudes forcées du calcul, ne donne aucune idée de la composition de cette eau. Il est vrai aussi que, quelque parfaits que soient les procédés mis en usage, il est excessivement difficile, on peut même dire impossible, d'établir d'une façon rigoureuse la manière dont sont groupés ensemble les divers corps simples composant le résidu. C'est pour cela que quelques chimistes préfèrent indiquer simplement les éléments tenus en solution dans l'eau, sans énoncer aucune hypothèse sur les groupes formés par ces divers éléments. Reconnaissons, avec la grande ma-

jorité des personnes qui se sont occupées d'hydrologie, que cette façon de présenter la composition d'une eau n'est ni aussi claire ni aussi commode que celle qui présente les sels formés par le groupement des corps simples. Cette dernière est arbitraire, il est vrai, mais d'un arbitraire tellement rationnel qu'il s'impose de lui-même. En effet, une eau contient du chlore et de la soude, pourquoi ne dirions-nous pas qu'ils sont combinés ensemble puisque, si on fait évaporer convenablement cette eau, nous obtiendrons des cristaux de chlorure de sodium. L'eau se trouble en chauffant et laisse dégager des bulles d'un gaz qu'on reconnaît être de l'acide carbonique, le précipité fait encore effervescence avec les acides; tout porte à croire que le fer et la chaux qui se trouvent dans ce précipité étaient dissous à l'état de bicarbonate de chaux et de fer. Aussi, avons-nous cherché d'après ces principes la composition empirique de notre eau.

FORMULE EMPIRIQUE DE L'EAU DE LA ROUILLASSE

CALCULÉE POUR UN LITRE.

Gaz dissous ramené à T = O et pression = $0^{m},760$,

volume = 78'' = 60'' CO^2 + 5''O + 13''AZ.

Chlorure sodique	0,290
Chlorure calcique	0,026
Chlorure magnésique	0,042
Bicarbonate de chaux	0,220
Bicarbonate de magnésie	0,011
Bicarbonate de protoxyde de fer. . . .	0,048
Azotate de chaux	0,002
Silice.	0,012
Alumine	0,004

Cuivre	traces
Arsenic	traces
Matières organiques (probablement acides acrénique et apocrénique) Eau combinée	0,040
Perte.	0,003
Total. . .	0,833

Le bicarbonate de fer se trouve mélangé à des traces de sulfate ferreux, mais nous n'avons pas cru devoir en tenir compte dans la formule.

Voici le résultat d'une analyse faite en 1873, vers le mois de juin :

Silice, alumine, eau combinée et matière organique .	0,051
Bicarbonate ferreux	0,044
Chlorures de sodium, calcium, magnésium . . .	0,370
Carbonates de chaux, de magnésie.	0,380
Total . .	0,8252

Les autres essais faits depuis cette époque ont tenu à peu près la moyenne, en se rapprochant toutefois de l'analyse qui a été faite en prenant toutes les précautions possibles pour éviter toute cause d'erreur.

QUATRIEME PARTIE

OBSERVATIONS SUR L'EAU DE LA ROUILLASSE

D'après la composition de notre eau, nous pouvons voir maintenant quelle place elle peut occuper dans la classification. Sa composition très-nette ne laisse aucun doute pour la placer parmi les eaux minérales ferrugineuses où le fer se trouve à l'état de bicarbonate.

Si nous examinons maintenant la quantité de fer renfermée dans la plupart des eaux qui en contiennent, nous croyons que l'eau de la Rouillasse peut être placée parmi les plus riches en fer. En effet, voici quelques chiffres provenant des analyses des eaux ferrugineuses les plus connues :

Pierrefonds, *source du parc.*	0,1390
Contrexeville, *moyenne des différentes sources*	0,0060
Pougues, *source Saint-Léger*	0,0206
Bourbon-Lancy, *moyenne des sources.* . .	0,0300
Cusset, *source Sainte-Marie*	0,0229
Châteauneuf, *source du Petit-Moulin.* . . .	0,0620
Saint-Alban, *source principale*	0,0239
Forges, *source Cardinale.*	0,0945

On voit, d'après ce petit tableau, que, sur huit des eaux les plus ferrugineuses de France, il n'y en a que trois possédant une quantité de fer supérieure à celle renfermée par l'eau de la Rouillasse. Ces sources, pour la plupart, donnent, il est vrai, un résidu salin plus considérable; mais ce résidu étant composé souvent de beaucoup de sulfate de chaux (la source des bains de Contrexeville donne sur 3,155 de résidu 1,260 de sulfate de chaux) occasionne souvent des fatigues

d'estomac et n'a pas vraisemblablement d'action thérapeutique bien marquée.

L'état salin dans lequel se trouve le fer uni à cette eau est certainement le plus approprié à l'économie. Lorsqu'il se trouve à l'état de sulfate ferreux, il peut très-bien ne pas être entièrement décomposé en traversant l'organisme, et il en arrive, pour ce sel, la même impuissance que pour les préparations artificielles dont on charge souvent l'estomac sans obtenir de résultat bien sensible. Ce carbonate de fer a l'inconvénient de se décomposer très-facilement à l'air, et après quelques heures de séjour dans les bassins, l'eau est presque entièrement dépouillée de ce métal. Mais ne pourrait-on pas appliquer ici le système proposé par MM. Lecomte et de Puisay (*Des eaux d'Enghien au point de vue chimique et médical*), de placer à la surface de l'eau une couverture de bois suivant les contours du bassin et munie de rebords de 7 à 8 centimètres; le couvercle, faisant l'office de cloche, serait bientôt rempli des gaz dégagés par l'eau, et cette dernière se trouvant en présence d'une atmosphère d'acide carbonique n'aurait plus de raison pour se décomposer. MM. Roche et fils, pharmaciens à Rochefort, qui ont longtemps eu le dépôt de cette eau, employaient un moyen de conservation analogue; les bouteilles remplies d'eau étaient chargées d'acide carbonique au moyen d'un appareil à eau gazeuse, puis bien bouchées et ficelées. L'eau ainsi préparée a un goût très-agréable, et, au bout de plusieurs années, ne laisse voir aucun dépôt dans la bouteille. Ce moyen, employé pour les eaux du puits artésien de l'hôpital de Rochefort, a également très-bien réussi.

Bien des améliorations pourraient et devraient être apportées à ces sources; les tuyaux restaurés et plus intelligemment aménagés augmenteraient considérablement le débit des eaux. Autrefois les quatre sources coulaient dans un bassin assez vaste, à en juger par les débris qui en restent pour servir de piscine où l'on pouvait prendre des bains ; le rendement des sources pourrait donc devenir au moins égal à ce qu'il était autrefois.

Certainement ces eaux ne pourront jamais avoir la vogue de celles de Spa et autres contrées, qui attirent par leurs sites pittoresques plus

de touristes et de désœuvrés que de malades. Cependant elles seraient d'une grande utilité pour les personnes de ce pays qui, par la modicité de leur fortune, ne peuvent aspirer à la coûteuse médication offerte par les stations minérales consacrées par la mode.

Ces eaux ont toutes les propriétés thérapeutiques propres aux eaux ferrugineuses. La boue elle-même peut être employée avec succès contre les hydrocèles, particulièrement dans l'enfance; son astringence la rendrait utile contre les affaiblissements de cet âge.

En deux mots, on peut indiquer les propriétés de ces eaux en disant qu'elles sont utiles dans toutes les maladies causées par l'affaiblissement des organes. C'est-à-dire qu'elles possèdent les mêmes propriétés curatives que toutes les autres eaux de même espèce : c'est-à-dire qu'elles sont utiles dans les cas d'anémie, chloro-anémie, pâles couleurs, leucorrhée et autres maladies pour lesquelles l'emploi du fer est indiqué. D'ailleurs il serait inutile d'insister sur ces propriétés bien connues des eaux ferrugineuses; je me contenterai donc de la signaler comme présentant la même valeur thérapeutique que ses semblables.

L'eau de la Rouillasse est un véritable bienfait par ses vertus si bien appropriées aux maladies qu'on observe le plus fréquemment dans les contrées marécageuses de ce département.

Nous pourrions joindre ici quelques observations recueillies par les médecins de la contrée comme appui à nos conclusions. Mais ce serait empiéter sur un terrain médical qui ne nous appartient pas.

Vu, Bon à imprimer :

Le Directeur.

CHATIN.

Vu et permis d'imprimer:

Le vice-recteur de l'Académie de Paris,

A. MOURIER.

